

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-147706

(43)Date of publication of application : 29.05.2001

(51)Int.Cl.

G05B 19/18

B25J 9/18

G05B 19/414

H04L 12/28

H04L 29/10

// G05D 3/00

(21)Application number : 11-330841

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 22.11.1999

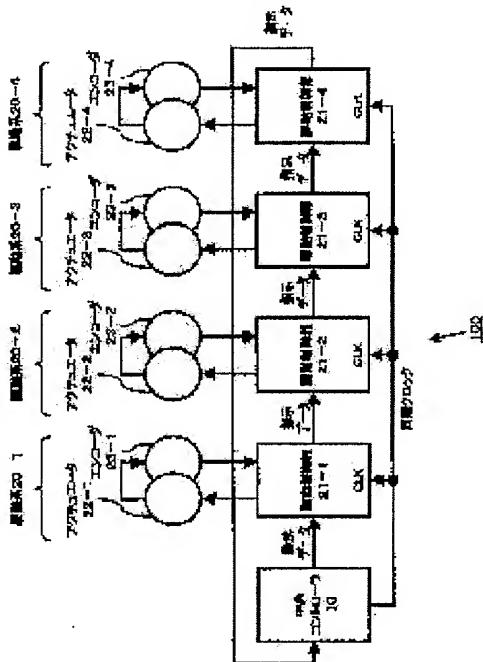
(72)Inventor : ISHII SHINJI

## (54) ACTUATOR DRIVE CONTROL SYSTEM, MULTIAXIAL MACHINE DEVICE AND DRIVE CONTROLLER FOR ACTUATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To synchronously drive plural actuators by short-time serial communication.

SOLUTION: Each drive system has a data input part for one set and a data output part for one set and one daisy chain connection constitution is formed between adjacent driving systems, by connecting one data output part to the other data output part. The tip of the daisy chain is connected to a data output part of a central controller and the rear end is looped back to the central controller. Instruction data to respective driving systems are transferred by a bucket relay system. Respective drive systems temporarily stand by after receiving instruction data, and at inputting of a synchronizing control clock signal from the central controller, they synchronize respective control states and synchronously execute processing of the instruction data.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-147706

(P2001-147706A)

(43)公開日 平成13年5月29日 (2001.5.29)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 5 B 19/18  
B 2 5 J 9/18  
G 0 5 B 19/414  
H 0 4 L 12/28  
29/10

識別記号

F I  
G 0 5 B 19/18  
B 2 5 J 9/18  
G 0 5 B 19/414  
G 0 5 D 3/00  
H 0 4 L 11/00

ターマコート<sup>8</sup> (参考)  
C 3 F 0 5 9  
5 H 2 6 9  
R 5 H 3 0 3  
Q 5 K 0 3 3  
3 1 0 A 5 K 0 3 4

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平11-330841

(22)出願日 平成11年11月22日 (1999.11.22)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社  
東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 石井 真二

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー  
株式会社内

(74)代理人 100101801

弁理士 山田 英治 (外2名)

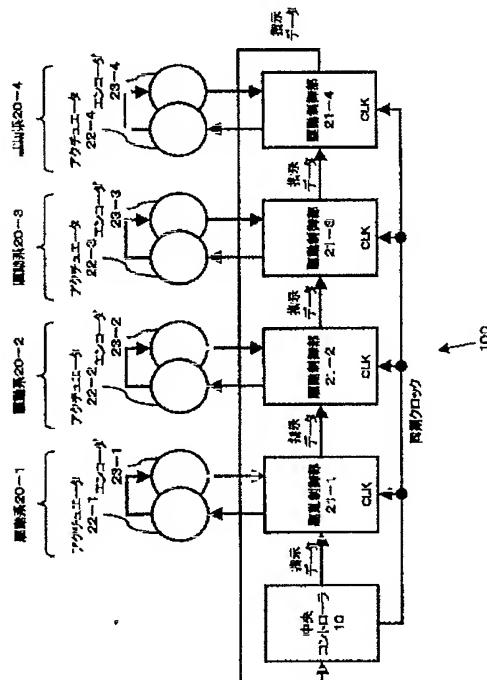
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 アクチュエータ駆動制御方式、多軸機械装置、及びアクチュエータのための駆動制御装置

(57)【要約】

【課題】 短時間のシリアル通信により複数のアクチュエータを同期駆動する。

【解決手段】 各駆動系は1セットのデータ入力部と1セットのデータ出力部とを有し、隣接する駆動系の間は、一方のデータ出力部と他方のデータ出力部とが連結することで、1本のデイジーチェーン接続構成となる。デイジーチェーンの先端は、中央コントローラのデータ出力部に連結され、その後端は、中央コントローラにループ・バックされている。各駆動系に対する指示データはバケツリレー方式で転送される。各駆動系は、指示データを受信後は一旦待機して、中央コントローラからの同期用制御クロック信号を入力することで各々の制御同期を同一にし、指示データの処理を同期的に実行する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数のアクチュエータからなる多軸機械装置の駆動を制御するためのアクチュエータ駆動制御方式であって、

各アクチュエータに対する指示データを発行する中央コントローラと、

指示データに従ってアクチュエータの駆動を制御する、各アクチュエータ毎に設けられた駆動制御部とで構成され、

前記駆動制御部の各々は指示データを受信するデータ入力手段と指示データを送信するデータ出力手段を含むとともに、一方の駆動制御部のデータ出力手段は他方の駆動制御部のデータ入力手段に接続される相互接続構成を有し、

前記中央コントローラは、前記相互接続構成の先頭に相当する駆動制御部のデータ入力手段に指示データを送出する、ことを特徴とするアクチュエータ駆動制御方式。

【請求項2】同期シリアル通信又は調歩同期シリアル通信により指示データの転送を行う特徴とする請求項1に記載のアクチュエータ駆動制御方式。

【請求項3】さらに前記中央コントローラ及び駆動制御部の各々に対して共通のクロック信号を供給するクロック供給手段を含み、

前記中央コントローラは該クロック信号によって規定される制御周期毎に指示データを発行するとともに、前記駆動制御部の各々は制御周期に同期して受信した指示データの処理を実行する、ことを特徴とする請求項1に記載のアクチュエータ駆動制御方式。

【請求項4】複数のアクチュエータからなる多軸機械装置であって、

各アクチュエータに対する指示データを発行する中央コントローラと、

指示データに従ってアクチュエータの駆動を制御する、各アクチュエータ毎に設けられた駆動制御部と、

前記駆動制御部の各々を順次的に接続する接続手段とを具備し、

前記接続手段の先頭は前記中央コントローラの指示データ出力部に連結されるとともに、前記接続手段の最後尾は前記中央コントローラの指示データ入力部に連結される、ことを特徴とする多軸機械装置。

【請求項5】前記接続手段は、同期シリアル通信又は調歩同期シリアル通信により指示データの転送を行う特徴とする請求項4に記載の多軸機械装置。

【請求項6】さらに前記中央コントローラ及び駆動制御部の各々に対して共通のクロック信号を供給するクロック供給手段を含み、

前記中央コントローラは該クロック信号によって規定される制御周期毎に指示データを発行するとともに、前記駆動制御部の各々は制御周期に同期して受信した指示データの処理を実行する、ことを特徴とする請求項4に記

載の多軸機械装置。

【請求項7】アクチュエータの駆動を制御するための駆動制御装置であって、

指示データを入力するデータ入力手段と、

指示データを出力するデータ出力手段と、

クロック信号を入力するクロック入力手段と、

指示データに従ってアクチュエータの駆動を制御する処理部とを具備し、

前記処理部は入力したクロックによって規定される制御周期に同期して受信した指示データの処理を実行する、ことを特徴とするアクチュエータのための駆動制御装置。

【請求項8】前記データ入力手段及びデータ出力手段は、同期シリアル通信又は調歩同期シリアル通信により指示データの交換を行う特徴とする請求項7に記載のアクチュエータのための駆動制御装置。

【請求項9】前記データ入力手段は他の駆動制御装置のデータ出力手段に接続可能であるとともに、前記データ出力手段は他の駆動制御装置のデータ入力手段に接続可能であることを特徴とする請求項7に記載のアクチュエータのための駆動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ロボット、汎用組立機器、ロボット・ハンド機器、その他の多軸制御装置などのような複数のアクチュエータで構成される機械装置に対して適用されるアクチュエータ駆動制御方式に係り、特に、複数のアクチュエータを同期協調的に駆動することができるアクチュエータ駆動制御方式に関する。

【0002】更に詳しくは、本発明は、シリアル通信を用いることで、少ない配線数によって複数のアクチュエータを同期協調的に駆動することができるアクチュエータ駆動制御方式に係り、特に、短時間のシリアル通信によって、複数のアクチュエータを同期協調的に駆動することができるアクチュエータ駆動制御方式に関する。

【0003】

【従来の技術】電気的若しくは磁気的な作用を用いて人間の動作に似せた運動を行う機械装置のことを「ロボット」という。ロボットの語源は、スラブ語のROBOT A(奴隸機械)に由来すると言われている。わが国では、ロボットが普及し始めたのは1960年代末からであるが、その多くは、工場における生産作業の自動化・無人化などを目的としたマニピュレータや搬送ロボットなどの産業用ロボット(industrial robot)である。

【0004】ロボットは、一般には、関節自由度を表現するための複数のアクチュエータからなる機械装置である。関節部の各自由度には、アクチュエータと、アクチュエータの変位を測定するエンコーダと、エンコーダの検出信号をフィードバックしながら指示値通りにアクチ

ュエータの駆動を適応的に制御する駆動制御回路とからなる駆動系とが配備されて、ロボットの駆動系を構成している。さらに、中央コントローラが、ロボットが所定の動作パターンを実行するように、ロボット全体の駆動系を統括的に制御するようになっている。

【0005】多軸すなわち多数の駆動系を持つロボットの場合、全体構造の簡素化のため、小型且つ軽量であることが好ましい。特に、人間型ロボットやペット・ロボットのような、膨大数の関節自由度を持つロボットの場合、ロール、ピッチ、ヨーなど2以上の自由度を含むような集積度の高い関節を多く含むため、アクチュエータが大きいと各関節部は肥大化してしまい不恰好となる。また、関節部周辺の配線も混雑してしまう。また、アクチュエータが重量物であると、ロボット全体の重量も当然増大するので、移動作業に要する負荷も過大となってしまう。

【0006】例えば、本出願人に既に譲渡されている特願平11-33386号明細書には、ギア直結型で且つサーボ制御系をワンチップ化してモータ・ユニットに内蔵したタイプの小型ACサーボ・アクチュエータについて開示されている。該ACサーボ・アクチュエータは、ロボットの関節に好適に適用することができる。

【0007】また、ロボットのような多軸駆動系の機械装置においては、各軸の同期をとりながら協調的に動作する必要がある。例えば、人間型ロボットのような2足直立型の脚式移動ロボットにおいては、四肢が所定の協調動作を行わなければ、ロボットは姿勢の安定度を失う結果として、歩行不能若しくは転倒という事態を招来する。転倒によりロボットが壊滅的な破損を被る可能性があるし、転倒によって衝突する相手側にも相当の被害が及ぶであろう。

【0008】多軸ロボットが、上述したように複数の駆動系と1つの中央コントローラとで構成されるような場合、中央コントローラにおいて同期をとりながら各駆動系に対して動作指示を送ることによって、比較的容易に全身の協調的動作を実現することができる。例えば、中央コントローラのローカルに、全ての駆動系を並列的に接続させておけば、中央コントローラが各駆動系に対して同時に動作指示を発行することによって、容易に同期がとられ、各アクチュエータによる全身協調的な動作を実現することができる。

【0009】しかしながら、中央コントローラに全ての駆動系を並列的に接続させたのでは、中央コントローラ周辺における配線密度が高まり、ロボットの設計や組立が複雑になる。また、中央コントローラは、駆動系の個数に応じて入出力ポートを用意しなければならず、中央コントローラ自体の設計も困難になりコスト増大を招いてしまう。また、自由度の増大は、中央コントローラのポート数の増加を伴うので設計者の負担やコストが過大となる。

【0010】中央コントローラにおける配線の混雑を解消する容易な方法は、各駆動系の並列的な接続をやめて、直列的シリアル・インターフェースを用いて各駆動系をデイジー・チェーン方式で連結していくことであろう。

【0011】シリアル通信には、RS (Recommended Standard) - 232Cのよう調歩同期式シリアル通信方式と、同期式シリアル通信方式がある。

【0012】前者の調歩同期とは、スタート・ビットで始まりストップ・ビットで終わるという所定長のビット列でデータを送信し、受信側ではこれらスタート及びストップ・ビットを検出して受信データを識別する方式であり、予め決められたサンプリング周波数でビット列を検出してデータを認識することができる。しかしながら、この調歩同期方式は、転送速度が遅く、また、送信データはASCII (American Standard Code for Information Interchange) コードに従うためにデータ長が長くなってしまう。このため、複数の駆動系を調歩同期方式でデイジー・チェーン接続すると、各駆動系が受信データを同期して実行するという保証がない。また、駆動系の接続数に比例して遅延時間が増大してしまう。

【0013】他方、USB (Universal Serial Bus) に代表されるような同期シリアル通信方式の場合、同期制御は担保されるが、駆動系の接続数に比例して配線が増大してしまう。したがって、多軸系の機械装置に採用すると配線が混雑し、設計が困難となる。

【0014】また、上記のいずれのシリアル通信方式であっても、複数の駆動系を制御する場合には、同期協調した動作は保証されない。

【0015】同期を保証するためには、中央コントローラは、通信制御処理とアクチュエータの駆動制御処理という両方のオーバーヘッドを生じてしまう。この結果、複数の中央コントローラを装備する、すなわちマルチ・プロセッサ構成を余儀なくされる。この結果、経路規模が拡大してしまい、コスト・パフォーマンスが劣ってしまう。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、ロボット、汎用組立機器、ロボット・ハンド機器、その他の多軸制御装置などの複数のアクチュエータで構成される機械装置に対して適用することができる、優れたアクチュエータ駆動制御方式を提供することにある。

【0017】本発明の更なる目的は、複数のアクチュエータを同期協調的に駆動することができる、優れたアクチュエータ駆動制御方式を提供することにある。

【0018】本発明の更なる目的は、シリアル通信を用いることで、少ない配線数によって複数のアクチュエー

タを同期協調的に駆動することができる、優れたアクチュエータ駆動制御方式を提供することにある。

【0019】本発明の更なる目的は、短時間のシリアル通信によって、複数のアクチュエータを同期協調的に駆動することができる、優れたアクチュエータ駆動制御方式を提供することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を参考してなされたものであり、その第1の側面は、複数のアクチュエータからなる多軸機械装置の駆動を制御するためのアクチュエータ駆動制御方式であって、各アクチュエータに対する指示データを発行する中央コントローラと、指示データに従ってアクチュエータの駆動を制御する、各アクチュエータ毎に設けられた駆動制御部とで構成され、前記駆動制御部の各々は指示データを受信するデータ入力手段と指示データを送信するデータ出力手段を含み、駆動制御部同士は一方のデータ出力手段が他方のデータ入力手段に接続されてデイジー・チェーンを形成し、前記中央コントローラは、前記デイジー・チェーンの先頭に指示データを送出する、ことを特徴とするアクチュエータ駆動制御方式である。

【0021】本発明の第1の側面に係るアクチュエータ駆動制御方式では、USB (Universal Serial Bus) に代表されるような同期シリアル通信、又は、RS-232C に代表されるような調歩同期シリアル通信などのシリアル・インターフェースによって指示データの転送を行うことができる。シリアル・インターフェースを用いて各駆動制御部の間をデイジー・チェーン接続することにより、配線数を増大させることなく指示データを転送することができる。

【0022】また、さらに前記中央コントローラ及び駆動制御部の各々に対して共通のクロック信号を供給するクロック供給手段を含み、前記中央コントローラは該クロック信号によって規定される制御周期毎に指示データを発行するとともに、前記駆動制御部の各々は制御周期に同期して受信した指示データの処理を実行するようにしてもよい。

【0023】指示データをシリアル転送することにより、各駆動制御部が指示データを受信する時刻は区々となるが、制御周期に同期して一齊に指示データの処理を実行することにより、各アクチュエータの同時的且つ協調的な動作を実現することが可能となる。

【0024】また、本発明の第2の側面は、複数のアクチュエータからなる多軸機械装置であって、各アクチュエータに対する指示データを発行する中央コントローラと、指示データに従ってアクチュエータの駆動を制御する、各アクチュエータ毎に設けられた駆動制御部と、前記駆動制御部の各々をデイジー・チェーン接続する接続手段とを具備し、前記接続手段の先頭は前記中央コントローラの指示データ出力部に連結されるとともに、前記

接続手段の最後尾は前記中央コントローラの指示データ入力部に連結される、ことを特徴とする多軸機械装置である。

【0025】本発明の第2の側面に係る多軸機械装置において、前記接続手段は、USB (Universal Serial Bus) に代表されるような同期シリアル通信、又は、RS-232C に代表されるような調歩同期シリアル通信などのシリアル・インターフェースによって指示データの転送を行うことができる。シリアル・インターフェースを用いて各駆動制御部間をデイジー・チェーン接続することにより、配線数を増大させることなく指示データを転送することができる。

【0026】また、さらに前記中央コントローラ及び駆動制御部の各々に対して共通のクロック信号を供給するクロック供給手段を含み、前記中央コントローラは該クロック信号によって規定される制御周期毎に指示データを発行するとともに、前記駆動制御部の各々は制御周期に同期して受信した指示データの処理を実行するようにしてもよい。

【0027】指示データをシリアル転送することにより、各駆動制御部が指示データを受信する時刻は区々となるが、制御周期に同期して一齊に指示データの処理を実行することにより、各アクチュエータを同時に駆動させることができ、多軸機械装置全体として協調的な動作を実現することができる。

【0028】また、本発明の第3の側面は、アクチュエータの駆動を制御するための駆動制御装置であって、指示データを入力するデータ入力手段と、指示データを出力するデータ出力手段と、クロック信号を入力するクロック入力手段と、指示データに従ってアクチュエータの駆動を制御する処理部とを具備し、前記処理部は入力したクロックによって規定される制御周期に同期して受信した指示データの処理を実行する、ことを特徴とするアクチュエータのための駆動制御装置である。

【0029】かかる構成の駆動制御装置によれば、一方の装置のデータ入力手段と他方の装置のデータ出力手段との接続を繰り返すことによって、総配線数を増大させることなく、複数の駆動制御装置をデイジー・チェーン接続することができる。

【0030】デイジー・チェーン接続された各駆動制御装置の間では、指示データを受信する時刻は区々となる。しかしながら、各装置が共通のクロック信号を用いることにより、制御周期に同期して一齊に指示データの処理を実行することができる。この結果、各アクチュエータによる同時的且つ協調的な動作を実現することが可能となる。

【0031】本発明の第3の側面に係る駆動制御装置において、前記データ入力手段及びデータ出力手段は、USB (Universal Serial Bus) に代表されるような同期シリアル通信、又は、RS-232C

2Cに代表されるような調歩同期シリアル通信などのシリアル・インターフェースにより指示データの交換を行うようにしてもよい。シリアル・インターフェースを用いて各駆動制御装置間をデイジー・チェーン接続することにより、配線数を増大させることなく指示データを転送することができる。

#### 【0032】

【作用】本発明に係るアクチュエータ駆動制御方式は、多軸機械装置を中心コントローラと複数の駆動系とで構成する場合に、好適に適用される。

【0033】各駆動系は1セットのデータ入力部と1セットのデータ出力部とを有する。さらに、隣接する駆動系の間は、一方のデータ出力部と他方のデータ入力部とが連結することで、駆動系全体では1本のデイジー・チェーン接続構成となる。各データ入出力は、シリアル・インターフェースを用いて構成される。

【0034】駆動系におけるデイジー・チェーンの先端は、中央コントローラのデータ出力部に連結され、また、デイジー・チェーンの後端は、中央コントローラにループ・バックされている。

【0035】このようなデイジー・チェーン構成においては、各駆動系に対する指示データは所謂バケツ・リレー方式で転送される。同期制御を実現するためには、各駆動系は、指示データを受信後は一旦待機して、中央コントローラからの同期用制御クロック信号を入力することで各々の制御同期を同一にし、指示データの処理を同期的に実行することができる。この結果、各駆動系は協調的に動作することができる。

【0036】本発明によれば、駆動系の個数によらず、データ通信のための配線は一定である。例えば、人間型ロボットのように膨大な自由度構成の機械装置を開発する場合であっても、設計者は配線の混雑という問題からは解放される。また、配線数が変わらないことから、設計変更によって駆動系の個数を自由に増やすことができる。

【0037】本発明のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本発明の実施例や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。

#### 【0038】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施例を詳解する。

【0039】図1には、多軸ロボット100のハードウェア構成を模式的に示している。同図に示すように、多軸ロボット100は、中央コントローラ10と、中央コントローラに対してデイジー・チェーン形式に接続された複数の駆動系20-1, 20-2…で構成される。同図に示す例では、駆動系の個数は4個であるがその数は特に限定されない。以下、各部について説明する。

【0040】各駆動系20-1…は、駆動制御部21-1…と、アクチュエータ22-1…と、エンコーダ23

-1…とのセットで構成される。駆動制御部21-1…は、中央コントローラ10から発行された指示データを処理して、アクチュエータ22-1…に対して駆動信号を供給する。また、エンコーダ23-1…は、アクチュエータ22-1…の駆動量を検出して駆動制御部21-1…にフィードバックし、駆動制御部21-1…はこの検出信号を基にしてアクチュエータ22-1…に対する適応的な制御を実現することができる。

【0041】各駆動制御部21-1, 21-2…は、指示データ入力用のシリアル・ポートと、指示データ出力用のシリアル・ポートを各1つずつ有している。図示のように、隣接する駆動制御部どうしは、一方の出力用シリアル・ポートが他方の入力用シリアル・ポートにシリアル・ケーブルによって接続されており、駆動系全体としては1本のデイジー・チェーン接続構成となる。シリアル・ポートを介したデータ転送方式（通信プロトコル）の詳細については後述に譲る。

【0042】シリアル・ケーブルによって連結されたデイジー・チェーンにおける先頭のシリアル・ポート、すなわち駆動制御部21-1の入力用シリアル・ポートは、中央コントローラ10の指示データ出力用のシリアル・ポートに接続されている。また、該デイジー・チェーンにおける最後尾のシリアル・ポート、すなわち駆動制御部21-4の出力用シリアル・ポートは、中央コントローラ10の入力用シリアル・ポートに接続されている。このようなデイジー・チェーン接続構成においては、各駆動系20-1, 20-2…に対する指示データを所謂バケツ・リレー方式で転送することができる。

【0043】中央コントローラ10は、1MHzの同期通信用クロック信号と20MHzのモータ制御演算用周期信号とを生成する。これらの同期クロック信号は、各駆動制御部21-1…に対して、共通の同期制御のクロック信号として供給されている。

【0044】各駆動制御部21-1…は、モータ制御演算用の周期信号をさらに分周して、1kHzのソフトウェア・サーボ周期を生成する。したがって、駆動制御部21-1…に接続されている各アクチュエータ22-1…は全て、同期的に制御される。この代替として、中央コントローラ10は、1MHzの同期通信用クロックのみを各駆動制御部21-1…に供給して、各駆動制御部21-1…において20kHzのモータ制御演算用周期信号と1kHzのソフトウェア・サーボ信号の双方を生成することも可能である。

【0045】このように、1kHzというソフトウェア・サーボ周期により、1ms以内に指示データの転送が完了するので、全てのアクチュエータ22-1, 22-2…を同期的に制御することができる。

【0046】同期制御を実現するためには、各駆動系は、中央コントローラからの同期用制御クロック信号を入力することで各々の制御同期を同一にすることができる

る。すなち、各駆動系の駆動制御部21-1…は、指示データを受信した後は一旦待機して、クロック信号で規定される制御周期を用いて指示データの処理を同期的に実行することができる。この結果、各駆動系全体は協調的に動作することができる。

【0047】次いで、駆動制御部21が行う処理について説明する。各駆動制御部21は、1msec毎に発生するサーボ割り込み信号毎に、制御演算及びシリアル転送制御を行う。

#### 【0048】(1) 制御演算

駆動制御部21は、制御方式として位置制御動作、速度制御動作、トルク制御動作を行うことができる。

【0049】位置制御動作を行う場合、駆動制御部21は、エンコーダ23から送られてくる位置データP<sub>m</sub>と、シリアル・ポート経由で送られてくる回転位置の指示データP<sub>ref</sub>とを読み込んで、これらのデータ値から、下式に示す演算を行い、アクチュエータ22の回転トルクT<sub>ref</sub>を算出する。

#### 【0050】

$$【数1】 V_{ref} = (P_{ref} - P_m) \times G_1$$

$$V_m = P_m \cdot s \quad (\text{注: } s \text{ はラプラス演算子})$$

$$T_{ref} = \{ (V_{ref} - V_m) \times (1 + G_2/s) \} \times G_3$$

【0051】但し、G1、G2、及びG3は、ホストすなわち中央コントローラ10からシリアル通信によって設定される制御ゲイン・パラメータである。駆動制御部21は、G1、G2、及びG3を変化させることによって、指示データP<sub>ref</sub>に対するアクチュエータ22の応答を切り替えることができる。

【0052】また、速度制御動作を行う場合、駆動制御部21は、エンコーダ23から送られてくる位置データP<sub>m</sub>と、シリアル・ポート経由で送られてくる回転位置の指示データP<sub>ref</sub>とを読み込んで、これらのデータ値から、下式に示す演算を行い、アクチュエータ22の回転トルクT<sub>ref</sub>を算出する。

#### 【0053】

#### 【数2】

$$V_m = P_m \cdot s \quad (\text{注: } s \text{ はラプラス演算子})$$

$$T_{ref} = \{ (V_{ref} - V_m) \times (1 + G_2/s) \} \times G_3$$

【0054】また、トルク制御動作を行う場合には、駆動制御部21は、ホストすなわち中央コントローラ10からシリアル通信によって送られてくる回転トルクの指示データT<sub>ref</sub>を読み込んで、このデータを基に、アクチュエータ回転トルクT<sub>ref</sub>を生成するような電流をアクチュエータ22に供給せしめる。

#### 【0055】(2) シリアル通信制御

既に上述したように、駆動制御部21は、アクチュエータ22のパラメータ変更、内部信号のモニタなどの信号をホストすなわち中央コントローラ10との間で通信する方法として、シリアル通信を用いる。但し、本実施例では、シリアル通信方式として、同期シリアル通信、又

は、調歩同期シリアル通信のいずれを採用することも可能である。いずれの方式を採用しても、中央コントローラ10に端を発した制御命令を、各駆動制御部21-1…はデイジー・チェーンのダウンストリームに従って受信して、命令の実行を行うことに変わりはない。

【0056】同期シリアル通信方式を採用した場合、複数の駆動制御部21-1, 21-2…どうしを直列的に接続することによって、少ない配線でシステム100を構成することができる。また、同期シリアル通信方式によれば、高速且つ同期した制御信号をシリアル信号経由で送信することができるので、複数のアクチュエータ22-1, 22-2…の同期駆動制御を実現することができる。

【0057】ホストとしての中央コントローラ10は、アクチュエータ22-1…の制御周期T<sub>sv</sub>としての1msec毎に指定した1つのアクチュエータ22の駆動制御部21に対する指示データを発行して、シリアル・ポートから送出する。この指示データは、図1に示すようなデイジー・チェーン接続された順番に従って、各駆動制御部21-1…によって順次受信される。

【0058】指示データが各駆動制御部21-1…を順次シリアル転送される間、指定されたアクチュエータ22に関する駆動制御部21以外は、単に指示データをデイジー・チェーンの下方に転送するだけで自らはデータを取り込まない。これに対して、指定されたアクチュエータ22の駆動制御部21は、指示データを受信すると、これを取り込んでから下方に転送する。そして、指示データ受信に応答して、これを処理してアクチュエータ制御用のデータに変換する。

【0059】このようにして、中央コントローラ10が発行した指示データは、デイジー・チェーンの上位から下位へと一巡した後、再び中央コントローラ10に戻される。したがって、N個の駆動系20-1, 20-2, …, 20-Nが連結されている場合には、N × T<sub>sv</sub> [msec] の制御周期を以って駆動系全体を同期的に制御し、システム100の協調動作を実現することができる。

【0060】図2には、中央コントローラ10及び4個の駆動制御部21-1, 21-2…の間で行われるデータ転送方式を図解しておくので参照されたい。但し、中央コントローラ10における制御周期を1msecとし、また、各アクチュエータの制御周期T<sub>sv</sub>を1msecとした。

【0061】図2に示すように、1msecの制御周期が開始することに応答して、中央コントローラ10は次の指示データをシリアル・ポート上に送出する一方、各駆動制御部21-1, 21-2…は受信した指示データを処理してアクチュエータ22-1, 22-2…の駆動を制御する。言い換えれば、制御周期の開始に同期して一斉に各アクチュエータ22-1, 22-2…を協調動

作せしめることができる。

【0062】また、1 msecの制御周期の先頭でアクチュエータの協調駆動制御が終了した後は、次の指示データのパケツリレーが同一の制御周期が満了するまでの間に行われる。

【0063】本実施例に係る駆動制御方式では、指示データをシリアル転送するので、各駆動制御部が指示データを受信する時刻は区々となる。しかしながら、図2に示すように、各駆動制御部22は制御周期に同期して一齊に指示データの処理を実行することにより、各アクチュエータの同時的且つ協調的な動作を実現することが可能となる、という点を充分理解されたい。

【0064】図3には、デイジー・チェーン上をシリアル転送される指示データのデータ・フォーマット例を図解しているので参考されたい。同図に示す例では、1フレームは、先頭の同期キャラクタ・データと、1バイト(8ビット)から数バイト長の転送データ本体と、最後尾の同期キャラクタとで構成される。同図において、同期キャラクタ1は必須であり、同期キャラクタ2は任意である。

【0065】本実施例に係るシステム100の構成によれば、中央コントローラ10と各駆動系20-1…とを連結するデータ・ストリームを、シリアル・データ送信信号、シリアル・データ受信信号、及び同期クロック信号という3種類の信号線だけで構成することができる。したがって、多軸ロボットのような複雑な構造を有する機構部における配線設計を簡素化することができる。

【0066】また、通信伝達とアクチュエータ駆動制御の周期が同期しているので、シリアル信号によるアクチュエータへの指示が高速化する。したがって、多軸ロボットのようなシステムにおいて運動制御する場合、複数のアクチュエータ出力軸の合成からなる位置、速度、及び加速度を同期的に制御することができる、全身協調型の動作を実現することができる。

【0067】[追補]以上、特定の実施例を参考しながら、本発明について詳解してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施例の修正や代用を成し得ることは自明である。すなわち、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、限定的に解釈されるべきではない。本発明の要旨を判断するために

は、冒頭に記載した特許請求の範囲の欄を参酌すべきである。

【0068】

【発明の効果】以上詳記したように、本発明によれば、ロボット、汎用組立機器、ロボット・ハンド機器、その他の多軸制御装置などのような複数のアクチュエータで構成される機械装置に対して適用することができる、優れたアクチュエータ駆動制御方式を提供することができる。

【0069】また、本発明によれば、複数のアクチュエータを同期協調的に駆動することができる、優れたアクチュエータ駆動制御方式を提供することができる。

【0070】また、本発明によれば、シリアル通信を用いることで、少ない配線数によって複数のアクチュエータを同期協調的に駆動することができる、優れたアクチュエータ駆動制御方式を提供することができる。

【0071】また、本発明によれば、短時間のシリアル通信によって、複数のアクチュエータを同期協調的に駆動することができる、優れたアクチュエータ駆動制御方式を提供することができる。

【0072】本発明によれば、駆動系の個数によらず、データ通信のための配線は一定である。例えば、人間型ロボットのように膨大な自由度構成の機械装置を設計・開発する場合であっても、設計者は配線の問題からは解放される。また、設計変更によって配線数は変わらないので、駆動系の個数を自由に増やすことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実現するのに適した多軸ロボット10のハードウェア構成を模式的に示した図である。

【図2】中央コントローラ10及び各駆動制御部21-1, 21-2…の間で行われるデータ転送方式を図解したチャートである。

【図3】指示データのデータ・フォーマット例を示した図である。

【符号の説明】

10…中央コントローラ

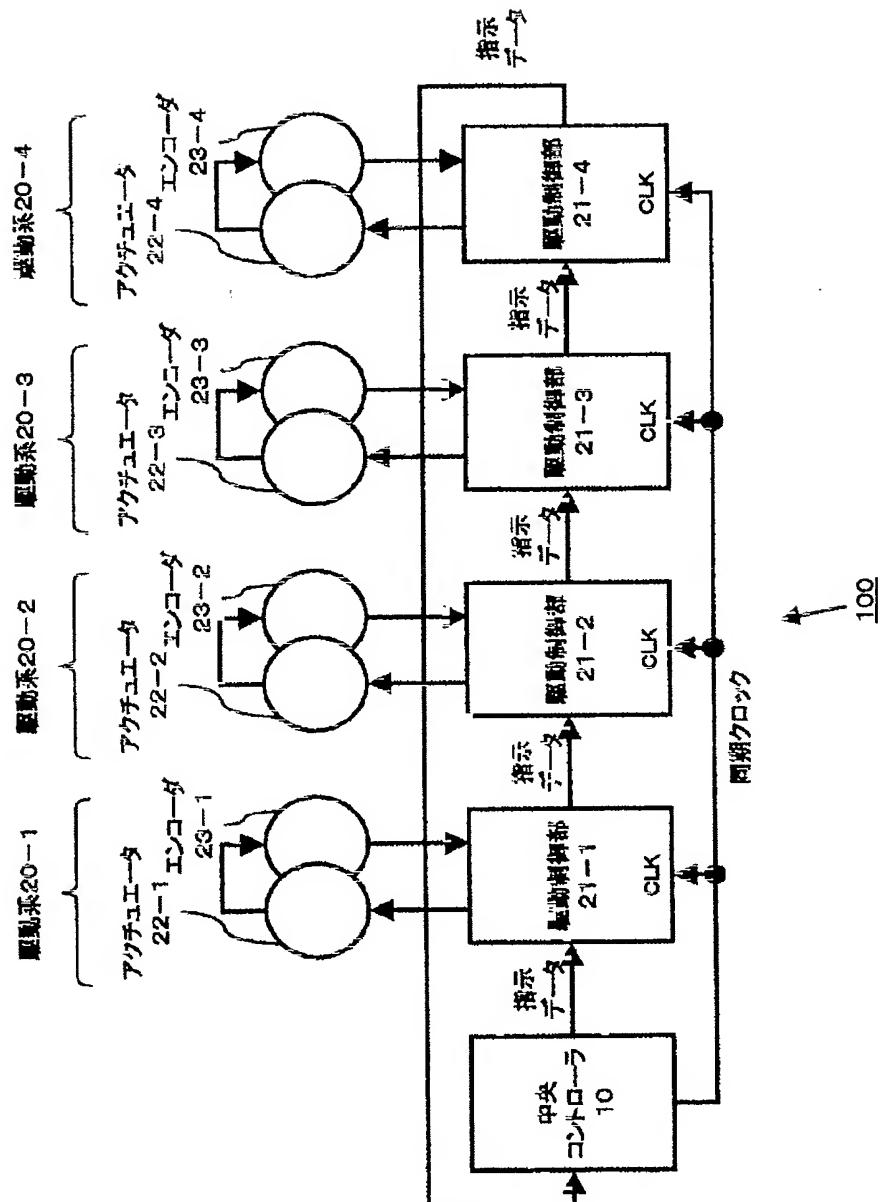
20…駆動系

21…駆動制御部

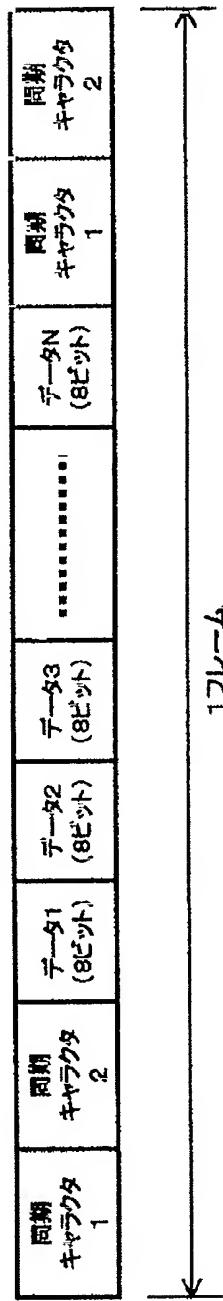
22…アクチュエータ

23…エンコーダ

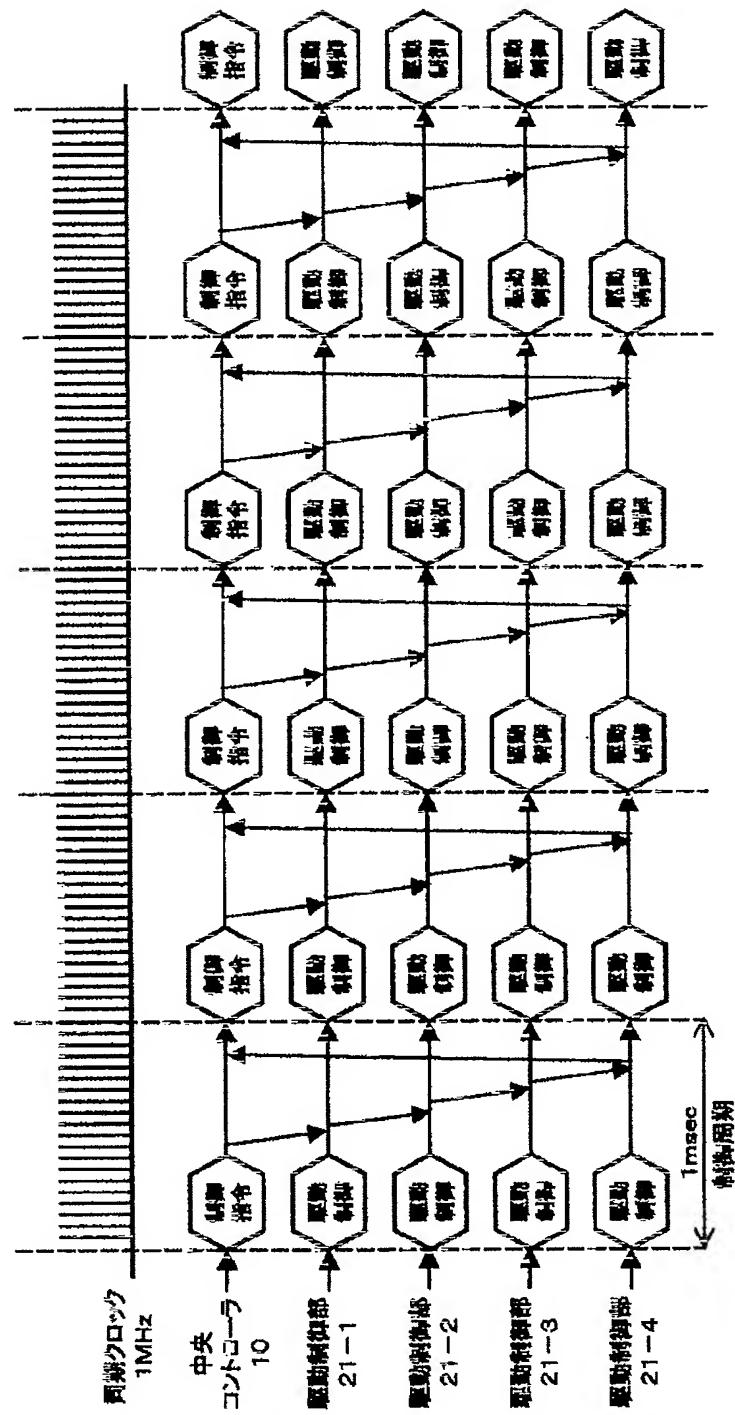
【図1】



【図3】



【図2】



(20) 01-147706 (P2001-147706A)

フロントページの続き

(51) Int.Cl. 7 識別記号 F I (参考)  
// G 05 D 3/00 H 04 L 13/00 3 0 9 Z

F ターム(参考) 3F059 AA03 AA06 BC06 FA03 FC03  
FC14  
5H269 AB33 CC09 EE10 GG02 JJ02  
KK05  
5H303 AA01 AA04 AA10 BB03 BB09  
BB20 DD01 EE03 EE07 LL03  
5K033 AA01 AA02 AA09 BA08 CB01  
CC01 DA01 DA11 DB11 DB16  
5K034 AA01 CC01 CC06 CC07 DD02  
KK04 KK05 KK13 PP01 PP02  
PP03

# **ACTUATOR DRIVE CONTROL SYSTEM, MULTIAXIAL MACHINE DEVICE AND DRIVE CONTROLLER FOR ACTUATOR**

## **Detailed Description of the Invention**

**[0001]**

### **Field of the Invention**

This invention relates to the actuator drive control system applied to the mechanical apparatus which comprises two or more actuators, such as a robot, general-purpose assembly apparatus, robot hand apparatus, and other multiaxial control devices. It is related with the actuator drive control system which can drive two or more actuators on a synchronous cooperation target especially.

**[0002]**

In detail, by using serial communication, with a small wiring number, this invention relates to the actuator drive control system which can be driven on a synchronous cooperation target, and especially two or more actuators by short-time serial communication. It is related with the actuator drive control system which can drive two or more actuators on a synchronous cooperation target.

**[0003]**

### **Description of the Prior Art**

The thing of a mechanical apparatus which performs movement modeled on operation of human being using the electric or magnetic operation is called "robot." It is said that the origin of a word of a robot originates in ROBOTA (slave machinery) of a slab word. Although it is in our country that a robot began to spread from the end of the 1960s, the many are the industrial robots (industrial robot) in a factory aiming at automation, full automation, etc. of production operation, such as a manipulator and a carrier robot.

**[0004]** A robot is a mechanical apparatus which generally consists of two or more actuators for expressing joint flexibility. The encoder which measures displacement of an actuator and an actuator in the degree of each one means of a joint part, The drive system which consists of a drive control circuit which controls the drive of an actuator accommodative as indicated value is arranged feeding back the detecting signal of an encoder, and the drive system of a robot is constituted. A central controller controls the drive system of the whole robot in generalization so that a robot performs a predetermined operation pattern.

**[0005]**

In the case of a robot with the drive system of a multiple spindle, i.e., a large number, it is preferred that it is small and lightweight because of the simplification of entire structure. Since many joints whose degree of location which contains flexibility of two or more, such as a roll, a pitch, and a yaw, is high in the case of the robot which has joint flexibility of a huge number like a humanoid robot or a pet robot especially are included, if an actuator is large, each joint part part will be enlarged and will become ill-shaped. Wiring of the joint part circumference will also be crowded. Since the weight of the whole robot naturally also increases that an actuator is a heavy lift, it will be excessive [

the load which moving work takes ].

[0006]

For example, it is indicated by the Japanese-Patent-Application-No. No. 33386 [ 11 to ] specification already transferred to these people about the small AC servo actuator of the type which was a gear direct attachment type, and one-chip-ized the servo control system and was built in the motor unit. This AC servo actuator is suitably [ for the joint of a robot ] applicable.

[0007]

In the mechanical apparatus of a multiaxial drive system like a robot, the synchronizations of each axis need to operate cooperatively. For example, in the leg formula mobile robot of a dipodia erect type like a humanoid robot, if the limbs do not perform predetermined coordination operation, a robot invites the situation of the abasia or a fall as a result which loses the stability of a posture. Breakage with a destructive robot may be received by fall, and considerable damage will also attain to the other party which collides by fall.

[0008]

As a multiaxial robot is mentioned above, when it comprises two or more drive systems and one central controller, cooperative operation of the whole body can be realized comparatively easily by sending directions of operation to each drive system, taking a synchronization in a central controller. for example, the whole body according [ if all the drive systems are connected to the local of a central controller in parallel, when a central controller will publish directions of operation simultaneously to each drive system, a synchronization is taken easily, and ] to each actuator -- cooperative operation is realizable.

[0009]

However, if all the drive systems were connected to the central controller in parallel, the wiring density in the central controller circumference increases, and a design and assembly of a robot become complicated. Input/output port will have to be prepared according to the number of a drive system, the design of the central controller itself will also become difficult, and a central controller will cause cost escalation. Since increase of flexibility is accompanied by the increase in the number of ports of a central controller, it turns into that a designer's burden and cost are excessive.

[0010]

The easy method of canceling confusion of the wiring in a central controller will be stopping parallel connection of each drive system and connecting each drive system with a daisy chain mode using in-series serial interface.

[0011]

There are a start-stop serial communication method like RS(Recommended Standard)-232C and a synchronous method serial communication method in serial communication.

[0012]

With the former start-stop, start with a start bit, and data is transmitted by the bit string of the specified length of finishing with a stop bit, In a receiver, it is a method which detects these starts and a stop bit and identifies received data, and a bit string can be detected by the sampling frequency decided beforehand, and data can be recognized. However, this start/stop system has a slow transfer rate, and since send data follows the ASCII (American Standard Code for Information Interchange) code, data length will become long. For this reason, when daisy chain connection of two or more drive systems is carried out with a start/stop system, there is no guarantee that each drive system synchronizes and performs received data. A time delay will increase in proportion to the number of connection of a drive system.

[0013]

On the other hand, in the case of a synchronous serial communication method which is represented by USB (Universal Serial Bus), synchronous control is collateralized, but wiring will increase in proportion to the number of connection of a drive system. Therefore, if it is adopted as the mechanical apparatus of a multiaxial system, wiring will be crowded, and a design becomes difficult.

[0014]

Even if it is which above-mentioned serial communication method, when controlling two or more drive systems, the operation which carried out synchronous cooperation is not guaranteed.

[0015]

In order to guarantee a synchronization, a central controller will produce the overhead of both which are called communications control processing and drive controlling processing of an actuator. As a result, two or more central controllers are equipped, namely, it is obliged to a multiprocessor configuration. As a result, a course scale will be expanded and cost performance will be inferior.

[0016]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention is to provide the outstanding actuator drive control system applicable to the mechanical apparatus which comprises two or more actuators, such as a robot, general-purpose assembly apparatus, robot hand apparatus, and other multiaxial control devices.

[0017]

The further purpose of this invention is to provide the outstanding actuator drive control system which can drive two or more actuators on a synchronous cooperation target.

[0018]

The further purpose of this invention is to provide the outstanding actuator drive control system which can drive two or more actuators on a synchronous cooperation target with a small wiring number by using serial communication.

[0019]

The further purpose of this invention is to provide the outstanding actuator drive control system which can drive two or more actuators on a synchronous cooperation target by short-time serial communication.

[0020]

Means for Solving the Problem

This invention is made in consideration of an aforementioned problem, and the 1st side, A central controller which is an actuator drive control system for controlling a drive of a multiaxial mechanical apparatus which consists of two or more actuators, and publishes indicative data to each actuator, It comprises a drive control section which controls a drive of an actuator according to indicative data and which was provided for every actuator, Each of said drive control section includes a data input means which receives indicative data, and a data output means which transmits indicative data, One data output means is connected to a data input means of another side, drive control sections form a daisy chain, and said central controller is an actuator drive control system characterized by what indicative data is sent out for to a head of said daisy chain.

[0021]

Synchronous serial communication which is represented with an actuator drive control system concerning the 1st side of this invention by USB (Universal Serial Bus), Or indicative data can be transmitted by serial interface, such as start-stop serial communication which is represented by RS-232C. Indicative data can be transmitted by carrying out daisy chain connection of between each drive control section using serial interface, without increasing a wiring number.

[0022]

A clock supply means which supplies a common clock signal to each of said central controller and a drive control section is included, While said central controller publishes indicative data for every control cycle specified by this clock signal, each of said drive control section may be made to perform processing of indicative data received synchronizing with a control cycle.

[0023]Although it becomes various [ time when each drive control section receives indicative data by transferring indicative data serially ], it becomes possible by performing processings of indicative data all at once synchronizing with a control cycle to realize instantaneous and cooperative operation of each actuator.

[0024]

A central controller which the 2nd side of this invention is a multiaxial mechanical apparatus which consists of two or more actuators, and publishes indicative data to each actuator, A drive control section which controls a drive of an actuator according to indicative data and which was provided for every actuator, While providing a connecting means which carries out daisy chain connection of each of said drive control section and connecting a head of said connecting means with an indicative data outputting part of said central controller, The tail end of said connecting means is a multiaxial mechanical

apparatus characterized by what is connected with an indicative data input part of said central controller.

[0025]

Synchronous serial communication with which said connecting means is represented by USB (Universal Serial Bus) in a multiaxial mechanical apparatus concerning the 2nd side of this invention, Or indicative data can be transmitted by serial interface, such as start-stop serial communication which is represented by RS-232C. Indicative data can be transmitted by carrying out daisy chain connection of between each drive control section using serial interface, without increasing a wiring number.

[0026]

A clock supply means which supplies a common clock signal to each of said central controller and a drive control section is included, While said central controller publishes indicative data for every control cycle specified by this clock signal, each of said drive control section may be made to perform processing of indicative data received synchronizing with a control cycle.

[0027]

Although it becomes various [ time when each drive control section receives indicative data by transferring indicative data serially ], By performing processings of indicative data all at once synchronizing with a control cycle, each actuator can be made to drive simultaneously and it becomes possible to realize operation cooperative as the whole multiaxial mechanical apparatus.

[0028]

A data input means which the 3rd side of this invention is a drive controlling device for controlling a drive of an actuator, and inputs indicative data, A data output means which outputs indicative data, and a clocked into means to input a clock signal, It is a drive controlling device for an actuator characterized by what a treating part which controls a drive of an actuator according to indicative data is provided, and said treating part performs processing of indicative data received synchronizing with a control cycle specified with an inputted clock for.

[0029]

It can do [ carrying out daisy chain connection of two or more drive controlling devices, or ], without increasing the total wiring number by repeating connection between a data input means of one device, and a data output means of a device of another side according to the drive controlling device of this composition.

[0030]

Between each drive controlling device by which daisy chain connection was carried out, time which receives indicative data becomes various. However, synchronizing with a control cycle, processings of indicative data can be performed all at once by using a clock signal with each common device. As a result, it becomes possible to realize instantaneous

and cooperative operation by each actuator.

[0031]

In a drive controlling device concerning the 3rd side of this invention, said data input means and a data output means, It may be made to exchange indicative data by serial interface, such as synchronous serial communication which is represented by USB (Universal Serial Bus), or start-stop serial communication which is represented by RS-232C. Indicative data can be transmitted by carrying out daisy chain connection of between each drive controlling device using serial interface, without increasing a wiring number.

[0032]

Function

The actuator drive control system concerning this invention is suitably applied, when it constitutes a multiaxial mechanical apparatus from a central controller and two or more drive systems.

[0033]

Each drive system has an one set data input part and an one-set data output part. It is that one data output part and the data input part of another side connect between adjoining drive systems, and it serves as daisy-chain-connection composition of one in the whole drive system. Each data input/output is constituted using serial interface.

[0034]

The tip of the daisy chain in a drive system is connected with the data output part of a central controller, and it acts to the central controller as a loop back of the back end of a daisy chain.

[0035]

In such a daisy chain configuration, the indicative data to each drive system is transmitted by what is called a bucket brigade method. In order to realize synchronous control, after receiving indicative data, each drive system can once stand by, can make each control synchronization the same in inputting the control clock signal for a synchronization from a central controller, and can perform processing of indicative data synchronous. As a result, each drive system can operate cooperatively.

[0036]

According to this invention, it is not based on the number of a drive system, but the wiring for data communications is constant. For example, even if it is a case where the mechanical apparatus of huge flexibility composition is developed like a humanoid robot, a designer is released from the problem of confusion of wiring. Since a wiring number does not change, a design variation can increase the number of a drive system freely.

[0037]

The purpose, the feature, and advantage of further others of this invention will become clear [ rather than ] by detailed explanation based on the example and the drawing to

attach of this invention mentioned later.

[0038]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, the example of this invention is explained in detail, referring to drawings.

[0039]

The hardware constitutions of the multiaxial robot 100 are typically shown in drawing 1. As shown in the figure, the multiaxial robot 100 comprises two or more drive-system 20-1,20-2 -- connected to daisy chain form to the central controller 10 and the central controller. In the example shown in the figure, although the number of a drive system is four pieces, the number in particular is not limited. Hereafter, each part is explained.

[0040]

each drive-system 20-1 -- Drive control section 21-1 --, actuator 22-1--, and the encoder 23-1 -- it comprises a set. Drive control section 21-1 -- processes the indicative data published from the central controller 10, and supplies a driving signal to actuator 22-1 --. Encoder 23-1 -- can realize accommodative control of as opposed to [ detect drive quantity, feed back to drive control section 21-1 --, and / based on this detecting signal ] actuator 22-1 -- in drive control section 21-1 -- of actuator 22-1 --.

[0041]

Each drive control section 21-1,21-2 -- has a serial port for an indicative data input, and every one serial port each for an indicative data output. As for adjoining drive control sections, one serial port for an output is connected to the serial port for an input of another side by the serial cable like a graphic display.

As the whole drive system, it becomes the daisy-chain-connection composition of one. The after-mentioned is yielded about the details of the data transfer method (communications protocol) through a serial port.

[0042]

The serial port of the head in the daisy chain connected by the serial cable, i.e., the serial port for an input of the drive control section 21-1, is connected to the serial port for the indicative data output of the central controller 10. The serial port at the tail end in this daisy chain, i.e., the serial port for an output of the drive control section 21-4, is connected to the serial port for an input of the central controller 10. In such daisy-chain-connection composition, the indicative data to each drive-system 20-1,20-2 -- can be transmitted by what is called a bucket brigade method.

[0043]

The central controller 10 generates the 1 MHz clock signal for synchronous communications, and the 20-MHz periodic signal for a motor control operation. These synchronizing clock signals are supplied as a clock signal of common synchronous control to each drive control section 21-1 --.

[0044]

Each drive control section 21-1 -- carries out dividing of the periodic signal for a motor control operation further, and generates the software servo cycle of 1 kHz. Therefore, each actuator 22-1 -- of all connected to drive control section 21-1 -- is controlled synchronous. As this substitution, the central controller 10 can supply only the 1-MHz clock for synchronous communications to each drive control section 21-1 --, and can also generate the both sides of the 20 kHz periodic signal for a motor control operation, and a 1-kHz software servo signal in each drive control section 21-1 --.

[0045]

Thus, since transmission of indicative data is completed within 1 msec, all the actuator 22-1,22-2 -- is controllable by the software servo cycle of 1 kHz synchronous.

[0046]

In order to realize synchronous control, each drive system can make each control synchronization the same in inputting the control clock signal for a synchronization from a central controller. \*\*\*\*\* and drive control section 21-1 -- of each drive system can once stand by, after receiving indicative data, and they can perform processing of indicative data synchronous using the control cycle specified with a clock signal. As a result, each whole drive system can operate cooperatively.

[0047]

Subsequently, the processing which the drive control section 21 performs is explained. Each drive control section 21 performs control calculation and serial transfer control for every servo interrupt signal generated for every msec.

[0048]

(1) The control calculation drive control section 21 can perform position control operation, speed-control operation, and a torque control action as a control system.

[0049]

When performing position control operation, the drive control section 21, Position data  $P_m$  sent from the encoder 23 and indicative data  $P_{ref}$  of the rotary place sent via a serial port are read, from these data values, the operation shown in a lower type is performed and running torque  $T_{ref}$  of the actuator 22 is computed.

[0050]

[Equation 1]  $V_{ref} = (P_{ref} - P_m) \times G1 \times V_m = P_m$  and (notes: s Laplace operator)  
 $T_{ref} = \{(V_{ref} - V_m) \times (1 + G2/s)\} \times G3$

[0051]

However, G1, G2, and G3 are control gain parameters set by serial communication from the host 10, i.e., a central controller. The drive control section 21 can change the response of the actuator 22 to indicative data  $P_{ref}$  by changing G1, G2, and G3.

[0052]

When performing speed-control operation, the drive control section 21, Position data  $P_m$  sent from the encoder 23 and indicative data  $P_{ref}$  of the rotary place sent via a serial port are read, from these data values, the operation shown in a lower type is performed and running torque  $T_{ref}$  of the actuator 22 is computed.

[0053]

[Equation 2]

$V_m = P_m$  ands (notes: s Laplace operator)

$T_{ref} = \{(V_{ref} - V_m) \times (1 + G2/s)\} \times G3$  [0054]

In performing a torque control action, the drive control section 21, Indicative data  $T_{ref}$  of the running torque sent by serial communication is read from the host 10, i.e., a central controller, and the actuator 22 is made to supply current which generates actuator running torque  $T_{ref}$  based on this data.

[0055]

(2) a serial communication system -- as already mentioned above, serial communication is used for the drive control section 21 as a method of communicating the signal of the parameter change of the actuator 22, a monitor of an internal signal, etc. among the hosts 10, i.e., a central controller. However, in this example, it is also possible as a serial communication method to adopt any of synchronous serial communication or start-stop serial communication. Even if it adopts which method, there is no change in each drive control section 21-1 -- receiving the control instruction which stemmed from the central controller 10 according to the downstream of a daisy chain, and executing a command.

[0056]

When a synchronous serial communication method is adopted, it is two or more drive control section 21-1,21-2. -- The system 100 can consist of little wiring by connecting comrades in in-series. Since a high speed and the control signal which synchronized can be transmitted via a serial signal according to the synchronous serial communication method, it is two or more actuator 22-1,22-2. -- Synchronous drive controlling is realizable.

[0057]

The central controller 10 as a host publishes the indicative data to the drive control section 21 of the one actuator 22 of actuator 22-1 -- specified for every msec as the control cycle TSV, and sends it out from a serial port. This indicative data is received one by one by each drive control section 21-1 -- according to the turn by which daisy chain connection was carried out as shown in drawing 1.

[0058]

While each drive control section 21-1 -- is transferred serially to indicative data one by one, data is not itself incorporated only by transmitting indicative data under the daisy chain other than drive control section 21 about the specified actuator 22. On the other hand, if indicative data is received, the drive control section 21 of the specified actuator 22 will be caudad transmitted, after incorporating this. And indicative data reception is answered, this is processed and it changes into the data for actuator control.

[0059]

Thus, the indicative data which the central controller 10 published is again returned to the central controller 10, after taking a round from the higher rank of a daisy chain to a low rank. Therefore, N drive-system 20-1,20-2, --, when 20-N is connected, the whole drive system can be controlled synchronous by the control cycle of  $N \times T_{sv}$  [msec], and coordination operation of the system 100 can be realized.

[0060]

In drawing 2, since the central controller 10 and four data transfer methods of drive control section 21-1,21-2 -- held in between are illustrated, please refer to it. However, the control cycle in the central controller 10 was set to 1msec, and control cycle  $T_{sv}$  of each actuator was set to 1msec.

[0061]

As shown in drawing 2, it answers that the control cycle of 1msec begins. While the following indicative data is sent out on a serial port, each drive control section 21-1,21-2 -- processes the received indicative data, and the central controller 10 is actuator 22-1,22-2. -- A drive is controlled. In other words, it synchronizes with the start of a control cycle and each actuator 22-1,22-2 all at once. -- Coordination operation is carried out.

[0062]

It is carried out after the cooperation drive controlling of an actuator is completed at the head of the control cycle of 1msec before the control cycle with same bucket brigade of the following indicative data expires.

[0063]

In the drive control system concerning this example, since indicative data is transferred serially, the time when each drive control section receives indicative data becomes various. However, please understand enough the point that each drive control section 22 becomes possible [ realizing instantaneous and cooperative operation of each actuator by performing processings of indicative data all at once synchronizing with a control cycle ] to be shown in drawing 2.

[0064]

In drawing 3, since the example of a data format of the indicative data to which a daisy chain top is transferred serially is illustrated, please refer to it. One frame is constituted from top synchronous character data and 1 byte (8 bits) by the example shown in the figure at the main part of data transmitting of several byte length, and the synchronous character at the tail end. In the figure, the synchronous character 1 is indispensable and its synchronous character 2 is arbitrary.

[0065]

According to the composition of the system 100 concerning this example, the data stream which connects the central controller 10 and each drive-system 20-1 -- can consist of only three kinds of signal wires called a serial-data sending signal, a serial-data input signal, and a synchronizing clock signal. Therefore, the wiring design in the mechanism part

which has a complicated structure like a multiaxial robot can be simplified.

[0066]

Since the cycle of communication transmission and actuator drive control synchronizes, the directions to the actuator by a serial signal accelerate. Therefore, when carrying out kinematic control in a system like a multiaxial robot, it is possible to control the position, speed, and acceleration which consist of composition of two or more actuator output shafts synchronous, and whole body cooperation type operation can be realized.

[0067]

Supplement

It has explained in detail about this invention, referring to a specific example above. However, it is obvious that a person skilled in the art can accomplish correction and substitution of this example in the range which does not deviate from the gist of this invention. That is, with the gestalt of illustration, this invention has been indicated and it should not be interpreted restrictively. In order to judge the gist of this invention, the column of the claim indicated at the beginning should be taken into consideration.

[0068]

Effect of the Invention

As a full account was given above, according to this invention, the outstanding actuator drive control system applicable to the mechanical apparatus which comprises two or more actuators, such as a robot, general-purpose assembly apparatus, robot hand apparatus, and other multiaxial control devices, can be provided.

[0069]

According to this invention, the outstanding actuator drive control system which can drive two or more actuators on a synchronous cooperation target can be provided.

[0070]

According to this invention, the outstanding actuator drive control system which can drive two or more actuators on a synchronous cooperation target with a small wiring number by using serial communication can be provided.

[0071]

According to this invention, the outstanding actuator drive control system which can drive two or more actuators on a synchronous cooperation target can be provided by short-time serial communication.

[0072]

According to this invention, it is not based on the number of a drive system, but the wiring for data communications is constant. For example, even if it is a case where the mechanical apparatus of huge flexibility composition is designed and developed like a humanoid robot, a designer is released from the problem of wiring. Since a wiring number does not change by a design variation, the number of a drive system can be

increased freely.

#### Brief Description of the Drawings

[Drawing 1] It is a figure showing typically the hardware constitutions of the multiaxial robot 100 suitable for realizing this invention.

[Drawing 2] It is a chart illustrating the central controller 10 and the data transfer method of each drive control section 21-1,21-2 -- held in between.

[Drawing 3] It is a figure showing the example of a data format of indicative data.

#### Description of Notations

10 -- Central controller

20 -- Drive system

21 -- Drive control section

22 -- Actuator

23 -- Encoder

## Claims

[Claim 1] An actuator drive control system characterized by comprising the following for controlling a drive of a multiaxial mechanical apparatus which consists of two or more actuators.

A central controller which publishes indicative data to each actuator.

A data input means which controls a drive of an actuator according to indicative data and in which it comprises a drive control section provided for every actuator, and each of said drive control section receives indicative data, and a data output means which transmits indicative data.

[Claim 2] The actuator drive control system according to claim 1 by which it is characterized [ which transmits indicative data by synchronous serial communication or start-stop serial communication ].

[Claim 3] While publishing indicative data for every control cycle as which said central controller is specified by this clock signal including a clock supply means which furthermore supplies a common clock signal to each of said central controller and a drive control section, The actuator drive control system according to claim 1 characterized by what each of said drive control section performs processing of indicative data received synchronizing with a control cycle for.

[Claim 4] A multiaxial mechanical apparatus characterized by what the tail end of said connecting means is connected with an indicative data input part of said central controller for while having the following and connecting a head of said connecting means with an indicative data outputting part of said central controller.

A central controller which is a multiaxial mechanical apparatus which consists of two or more actuators, and publishes indicative data to each actuator.

A drive control section which controls a drive of an actuator according to indicative data and which was provided for every actuator.

A connecting means which connects each of said drive control section to a target one by one.

[Claim 5] The multiaxial mechanical apparatus according to claim 4 characterized [ which transmits indicative data by synchronous serial communication or start-stop serial communication ] by said connecting means.

[Claim 6] While publishing indicative data for every control cycle as which said central controller is specified by this clock signal including a clock supply means which furthermore supplies a common clock signal to each of said central controller and a drive control section, The multiaxial mechanical apparatus according to claim 4 characterized by what each of said drive control section performs processing of indicative data received synchronizing with a control cycle for.

[Claim 7] A drive controlling device for an actuator characterized by what it has the following and said treating part performs processing of indicative data received

synchronizing with a control cycle specified with an inputted clock for.

A data input means which is a drive controlling device for controlling a drive of an actuator, and inputs indicative data.

A data output means which outputs indicative data.

A clocked into means to input a clock signal.

A treating part which controls a drive of an actuator according to indicative data.

[Claim 8] A drive controlling device for the actuator according to claim 7 characterized [ which exchanges indicative data by synchronous serial communication or start-stop serial communication ] by said data input means and a data output means.

[Claim 9] A drive controlling device for the actuator according to claim 7 characterized by the ability to connect said data output means to a data input means of other drive controlling devices while said data input means is connectable with a data output means of other drive controlling devices.